

**LIST OF THE PRIOR ART REFERENCE CITED IN THE  
SPECIFICATION**

**(1) Japanese Laid-Open No.2000-46891**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-046891

(43)Date of publication of application : 18.02.2000

(51)Int.Cl.

G01R 31/04

G01N 21/88

G01R 31/302

(21)Application number : 10-214314

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 29.07.1998

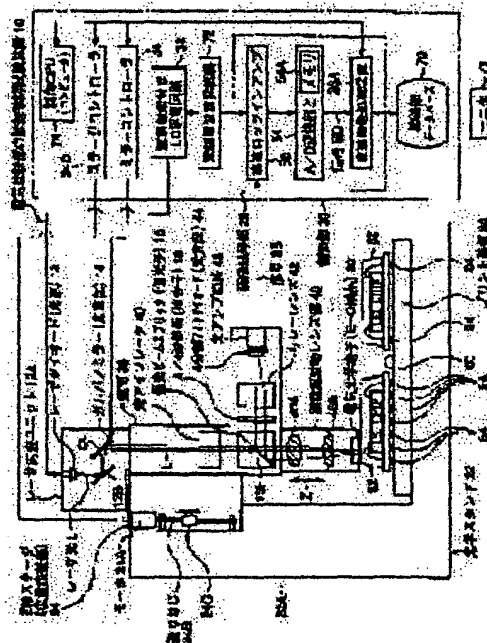
(72)Inventor : MATSUNAMI KEISUKE

## (54) TESTER AND TEST METHOD FOR CONFIRMING CONNECTION AT ELECTRICAL JOINT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a tester for confirming connection at a large number of electrical joints inexpensively at a very high rate.

SOLUTION: The inventive tester comprises a light source 12 for emitting light, a scanning section 14 performing two-dimensional scanning of light from the light source 12, a polarizer 16 passing the component in one polarizing direction of the light being scanned, an electrooptic element 20 arranged while touching or not touching an electronic part 62 to add a phase variation LP proportional to the field strength produced by a voltage applied to the object 60 side to a polarization component L2 from the polarizer 16, an analyzer 18 for obtaining a phase variation from the polarization component L2 reflected on the electrooptic element 20, a light receiving section 44 for receiving the phase variation from the analyzer 18 to produce a signal, and an image processing section 26 for digitizing the phase variation signal from the light receiving section 44 and imaging the connecting state of the electric wiring sections 63, 64 of the object and the electronic part based on the phase variation signal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-46891

(P2000-46891A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 R 31/04  
G 0 1 N 21/88  
G 0 1 R 31/302

識別記号

F I  
G 0 1 R 31/04  
G 0 1 N 21/88  
G 0 1 R 31/28

テマコード\* (参考)

2 G 0 1 4  
F 2 G 0 3 2  
L 2 G 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-214314

(22) 出願日 平成10年7月29日 (1998.7.29)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 松波 敬祐

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100096806

弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

Fターム(参考) 2G014 AA01 AA02 AA03 AA13 AB59

2G032 AD08 AF01 AF07 AK03

2G051 AA65 AB14 BA10 BA11 BC06

CA02 CA03 CA04 DA07 EA08

EA12 EA14 EB01 EB02 EC03

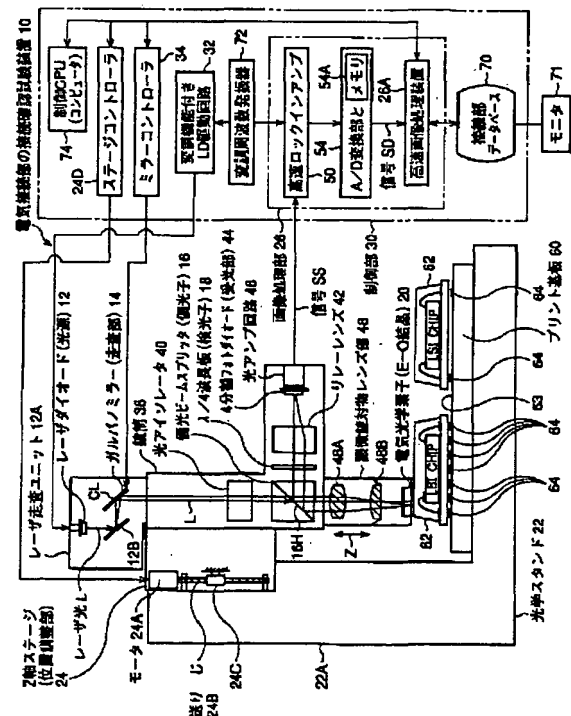
EC06 FA02

(54) 【発明の名称】 電気接続部の接続確認試験装置と電気接続部の接続確認試験方法

(57) 【要約】

【課題】 非常に高速で多くの電気的接続部分の電気的接続確認検査を安価に行うことができる電気接続部の接続確認試験装置を提供すること。

【解決手段】 光を射出する光源12と、光源12の光を2次元走査する走査部14と、走査されている光の内の1つの偏光方向の偏光成分を通す偏光子16と、電子部品62に接触または非接触で配置されて、対象物60側に印加される電圧による電界強度に比例した位相変化分LPを、偏光子16からの偏光成分L2に対して付加する電気光学素子20と、電気光学素子20から反射した偏光成分L2から位相変化分を得るための検光子18と、検光子18からの位相変化分を受光して信号にする受光部44と、受光部44からの位相変化分の信号をデジタル化した後に、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部63と電子部品の電気接続部64の接続状態を画像形成する画像処理部26と、を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物の電気配線部に電子部品の電気接続部が接続された状態で、電子部品側から対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続を、確認するための電気接続部の接続確認試験装置であり、

光を射出する光源と、

光源の光を 2 次元走査する走査部と、

走査されている光の内の 1 つの偏光成分を通す偏光子と、

電子部品に接触または非接触で配置されて、偏光子から偏光成分が与えられると対象物側に印加される電圧による電界強度に比例した位相変化分を、偏光子からの偏光成分に対して付加する電気光学素子と、

電気光学素子から反射した偏光成分から位相変化分を得るための検光子と、

検光子からの位相変化分を受光して信号にする受光部と、

受光部からの位相変化分の信号をデジタル化した後に、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の接続状態を画像形成する画像処理部と、を備えることを特徴とする電気接続部の接続確認試験装置。

【請求項 2】 画像処理部は、対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の参照用画像と、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像とを比較することにより、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部が電氣的にオープン状態かクローズ状態かを判断する請求項 1 に記載の電気接続部の接続確認試験装置。

【請求項 3】 走査部が光を走査するのに同期して、画像処理部は、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像を 2 次元濃淡表示する請求項 1 に記載の電気接続部の接続確認試験装置。

【請求項 4】 対象物はプリント基板であり、電子部品の電気接続部は電子部品の一方の面に配置された突起電極である請求項 1 に記載の電気接続部の接続確認試験装置。

【請求項 5】 光源はレーザ光源である請求項 1 に記載の電気接続部の接続確認試験装置。

【請求項 6】 偏光子は偏光ビームスプリッタである請求項 1 に記載の電気接続部の接続確認試験装置。

【請求項 7】 電子部品に対する電気光学素子の位置を調整するための位置調整部を備える請求項 1 に記載の電気接続部の接続確認試験装置。

【請求項 8】 対象物の電気配線部に電子部品の電気接続部が接続された状態で、電子部品側から対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続を、確認するための電気接続部の接続確認試験方法であり、

光源の光を走査部で 2 次元走査し、

偏光子が走査されている光の内の 1 つの偏光成分を通

し、

電気光学素子が電子部品に接触または非接触で配置されて、偏光子から偏光成分が与えられると対象物側に印加される電圧による電界強度に比例した位相変化分を、偏光子からの偏光成分に対して付加し、

検光子が電気光学素子から反射した偏光成分から変化した位相変化分を得て、受光部が、検光子からの位相変化分を受光して信号にして、

画像処理部が、受光部からの位相変化分の信号をデジタル化した後に、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の接続状態を画像形成することを特徴とする電気接続部の接続確認試験方法。

【請求項 9】 画像処理部は、対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の参照用画像と、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像とを比較することにより、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部が電氣的にオープン状態かクローズ状態かを判断する請求項 8 に記載の電気接続部の接続確認試験方法。

【請求項 10】 走査部が光を走査するのに同期して、画像処理部は、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像を 2 次元濃淡表示する請求項 8 に記載の電気接続部の接続確認試験方法。

【請求項 11】 対象物はプリント基板であり、電子部品の電気接続部は電子部品の一方の面に配置された突起電極である請求項 8 に記載の電気接続部の接続確認試験方法。

【請求項 12】 光源はレーザ光源である請求項 8 に記載の電気接続部の接続確認試験方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえばプリント基板のような対象物の電気配線部に電子部品の電気接続部が接続された状態で、電子部品側から対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続状態を確認するための電気接続部の接続確認試験装置と電気接続部の接続確認試験方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】対象物として、たとえばプリント基板を例として、このプリント基板の電気配線部に対して電子部品の電気接続部（たとえばパンプ）を接続する場合を考えてみる。このようなプリント基板の電気接続部とパンプの接続は、電子部品の陰になって通常作業からは見えない位置にある。このような場合には、基板の電気配線部とパンプとの電氣的な接続が確実に行われているかどうかは、高価な測定システムを用いて接続確認をする必要がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような測定システムを用いた場合には、プリント基板上に通電試験用の多

数のテストパッドが必要となり、プリント基板のサイズの小型化が要求されている今日においてはそのテストパッドを多数設けることには限界がある。また、図10に示すように、プリント基板1000の電気配線部1002と、電子部品1001の bumps 1003の電気的な接続を確認するために、電気光学結晶1004を用いることが考えられる。レーザー光1005がこの電気光学結晶1004に照射されると、電気配線部1002と bumps 1003の位置関係を、電気光学効果により検出することが考えられる。

【0004】しかし、この電気光学結晶1004と電子部品1001のギャップ1006の設定量と、電気光学結晶1004のセンシング感度には相関があり、そのギャップ1006の設定が難しい。しかも、 bumps 1003に対応して電気光学結晶1004を位置決めして、電気配線部1002と bumps 1003の電気的な接続がクローズ状態であるかオープン状態であるかをセンシングすることは、レーザー光の位置は固定されており電気光学結晶1004において1ポイントで計測するのでは非常に難しい。そしてこのギャップ1006は、プリント基板1000の反りや、電子部品1001の高さのバラツキ等で一定にするのも難しい。

【0005】また、図10と図11に示すように電子部品1001とプリント基板1000の間に、電気配線部1002と bumps 1003が配置されるので、 bumps 1003と電気配線部1002は電子部品1001に隠れてしまう。このような電気配線部1002と bumps 1003の接続部分では、プリント基板の配線パターンとの電界の影響が大きくなり、この接続部分の電界を、上述したような電気光学結晶1004により1ポイント計測で検出することは困難である。また bumps 1003にクラック等が入り、実質的に電気的な接続オープン状態になる時には、そのオープン状態を検出することも難しい。そこで本発明は上記課題を解消し、電気接続確認用のテストパッドを対象物に設ける必要がなく、非常に高速で多くの電気的接続部分の電気的接続確認検査を安価に行うことができる電気接続部の接続確認試験装置と電気接続部の接続確認試験方法を提供することを目的としている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明にある。対象物の電気配線部に電子部品の電気接続部が接続された状態で、電子部品側から対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続を、確認するための電気接続部の接続確認試験装置であり、光を射出する光源と、光源の光を2次元走査する走査部と、走査されている光の内の1つの偏光成分を通す偏光子と、電子部品に接触または非接触で配置されて、対象物側に印加される電圧による電界強度に比例した位相変化分を、偏光子からの偏光成分に対して付加する電気光学素子と、電気光

学素子から反射した偏光成分から位相変化分を得るための検光子と、検光子からの位相変化分を受光して信号にする受光部と、受光部からの位相変化分の信号をデジタル化した後に、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の接続状態を、画像形成する画像処理部とを備えることを特徴とする電気接続部の接続確認試験装置により、達成される。

【0007】本発明では、対象物の電気配線部に電子部品の電気接続部が接続された状態で、電子部品側から対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続を確認する。このために、光源は光を射出する。走査部は光源の光を2次元走査する。偏光子は、走査されている光の内の1つの偏光成分を通す。電気光学素子は、電子部品に接触または非接触で配置されて、対象物側に印加される電圧による電界強度に比例した位相変化分を偏光子からの偏光成分に対して付加する。受光部は検光子からの位相変化分を受光して信号にする。画像処理部は、受光部からの位相変化分の信号をデジタル化した後に、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の接続状態を画像形成する。

【0008】これにより、光源からの光は走査部により2次元走査されることから、光源の光は電気光学素子に対して2次元走査されることになる。2次元走査された光が、対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の広い範囲で走査されることから、1ポイント計測ではなく2次元計測を行うことができる。そして受光部は検光子からの位相変化分だけを受光して信号にすることから、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の複数又は多数箇所の接続部分の接続状態を正確に確認することができる。このことから、対象物側にテストパッド等を設ける必要もなく、高速に多くの電気接続部分の検査を安価に行える。テストパッドが不要なことから、対象物のサイズの縮小を可能にする。

【0009】本発明において、好ましくは画像処理部は、対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の参照用画像と、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像とを比較することにより、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部が電気的にオープン状態かクローズ状態かを判断する。これにより、参照用画像と実際の画像とを比較することにより、電気接続部が電気的にオープン状態なのかクローズ状態であるかを確実に判断することができる。

【0010】本発明において、好ましくは走査部が光を走査するのに同期して、画像処理部は、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像を2次元濃淡表示する。

【0011】本発明において、好ましくは対象物はプリント基板であり、電子部品の電気接続部は電子部品の一

方の面に配置された突起電極である。本発明において、好ましくは光源はレーザ光源である。本発明において、好ましくは偏光子は偏光ビームスプリッタである。

【0012】本発明において、好ましくは電子部品に対する電気光学素子の位置を調整するための位置調整部を備える。これにより、電子部品に対する電気光学素子の位置を確実に位置決めすることができる。

【0013】上記目的は、本発明にあつては、対象物の電気配線部に電子部品の電気接続部が接続された状態で、電子部品側から対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続を、確認するための電気接続部の接続確認試験方法であり、光源の光を走査部で2次元走査し、偏光子が走査されている光の内の1つの偏光成分を通し、電気光学素子が電子部品に接触または非接触で配置されて、偏光子から偏光成分が与えられると対象物側に印加される電圧による電界強度に比例した位相変化分を、偏光子からの偏光成分に対して付加し、検光子が電気光学素子から反射した偏光成分から位相変化分を得て、受光部が、検光子からの位相変化分を受光して信号にして、画像処理部が、受光部からの位相変化分の信号をデジタル化した後に、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の接続状態を画像形成することの特徴とする電気接続部の接続確認試験方法により、達成される。

【0014】これにより、光源からの光は走査部により2次元走査されることから、光源の光は電気光学素子に対して2次元走査されることになる。2次元走査された光が、対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の広い範囲で走査されることから、1ポイント計測ではなく2次元計測を行うことができる。そして受光部は検光子からの位相変化分だけを受光して信号にすることから、位相変化分の信号に基づいて対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部の複数又は多数箇所の接続部分の接続状態を正確に確認することができる。このことから対象物側にテストパッド等を設ける必要もなく、高速に多くの電気接続部分の検査を安価に行える。テストパッドが不要なことから、対象物のサイズの縮小を可能にする。

【0015】本発明において、好ましくは画像処理部は、対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の参照用画像と、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像とを比較することにより、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部が電氣的にオープン状態かクローズ状態かを判断する。

【0016】本発明において、好ましくは走査部が光を走査するのに同期して、画像処理部は、実際に得られた対象物の電気配線部と電子部品の電気接続部との接続部の画像を2次元濃淡表示する。本発明において、好ましくは対象物はプリント基板であり、電子部品の電気接続部は電子部品の一方向の面に配置された突起電極である。

本発明において、好ましくは光源はレーザ光源である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0018】図1は、本発明の電気接続部の接続確認試験装置の好ましい実施の形態を示している。この電気接続部の接続確認試験装置10は、概略的には光源12、走査部14、偏光子としての偏光ビームスプリッタ16、検光子としての $\lambda/4$ 波長板18、電気光学素子(E-O結晶)20、光学スタンド22、位置調整部としてのZ軸ステージ24、画像処理部26等を有している。

【0019】光源であるレーザダイオード12と走査部であるガルバノミラー14は、レーザ走査ユニット12Aに收容されている。レーザダイオード12は、たとえばGaAs(PN接合)で、840nmの波長のレーザ光Lを出力するものである。このレーザ光Lは、コヒーレントな光でありミラー12Bにより反射されてガルバノミラー14に達する。ガルバノミラー14は、好ましくはこのレーザ光Lを2次元的に(直線的に)スキャンするようになっている。レーザダイオード12は、制御部30側の変調機能付きレーザダイオード駆動回路32により駆動制御できる。ガルバノミラー14は、制御部30のミラーコントローラ34により所定角度分中心軸CLを中心として揺動できるようになっている。

【0020】レーザ走査ユニット12Aは、鏡筒36の上に搭載されている。鏡筒36はZ軸ステージ24に固定されている。Z軸ステージ24は、光学スタンド22のコラム22Aに対して、鏡筒36をZ方向に微小移動可能になっている。たとえばZ軸ステージ24は、モータ24Aと送りネジ24B及びナット24Cを有している。モータ24Aが駆動すると、送りネジ24Bとかみ合っているナット24CがZ方向に沿って上方向に移動あるいは下方向に移動する。このナット24CはZ軸ステージ24に固定されている。送りネジ24Bはコラム22A側に設定されている。このZ軸ステージ24のZ方向での移動機構は、このような自動式のものに限らず、単に手動による送り機構を採用しても勿論構わない。モータ24Aは制御部30のステージコントローラ24Dによりコントロールされる。鏡筒36の中には、光アイソレータ40、偏光子としての偏光ビームスプリッタ16、検光子としての $\lambda/4$ 波長板18、リレーレンズ42、たとえば4分割型のフォトダイオード(受光部)44、光アンプ回路46、顕微鏡対物レンズ部48、電気光学素子20等を内蔵している。

【0021】光アイソレータ40は、ガルバノミラー14側からきたレーザ光Lを、次のような処理をする。すなわち、半導体レーザから発光されたコリメート（直線光）光が、対象物（この場合は、EO結晶）に反射して偏光ビームスプリッタを通して、ほんの一部が半導体レーザに戻る場合がある。この場合、光が半導体の導波路に入射すると、半導体レーザの特性が不安定になり、その影響を取り除くために、ガラスプレートに対して垂直面の1方向しか光を通過させないように光アイソレータ40を挿入している。偏光ビームスプリッタ16は、偏光子の役割を果たすが、その中間部分にはハーフミラー16Hを有している。レーザ光Lはこのハーフミラー16Hを通過した後に、顕微鏡対物レンズ部48の対物レンズ48A、48Bを通過して、電気光学素子20に集光される。電気光学素子20で反射したこのレーザ光Lは、対物レンズ48B、48Aを通り、ハーフミラー16Hで90°反射された後に、 $\lambda/4$ 波長板18とリレーレンズ42を通過して、受光部であるフォトダイオード44に受光できるようになっている。フォトダイオード44で受光した光は、光アンプ回路46により増幅されて、増幅された信号SSは制御部30の画像処理部26にある高速ロックインアンプ50に入る。

【0022】ここで、偏光ビームスプリッタ16、電気光学素子20及び $\lambda/4$ 波長板18における光の変化を図3を参照して説明する。また図2に示す電気光学素子20の構造について簡単に説明する。まず図3と図1を参照すると、ガルバノミラー14側から導かれてくるレーザ光Lは、光アイソレータ40を通った後に、偏光ビームスプリッタ16に入る。この偏光ビームスプリッタ16は偏光子の役割を果たしており、このレーザ光（入射光）Lは、ガルバノミラー14により2次元方向に走査されている。このレーザ光Lは、偏光子である偏光ビームスプリッタ16を通ることにより、1つの偏光方向Dに沿って直線偏光される。これにより得られた直線偏光成分L2は、図1の対物レンズ48A、48Bにより電気光学素子20に導かれる。電気光学素子（E-O結晶：Electro-Optics）20に達する。

【0023】レーザ光Lは、図4（A）に示すように縦偏光成分LE1と、横偏光成分LE2を有している。そしてレーザ光Lが偏光ビームスプリッタ16を通ると、図4（B）に示すようにたとえば縦偏光成分LE1のみが、直線偏光成分L2として選択されて、電気光学素子20に達する。このようにレーザ光Lから1つの直線偏光成分L2のみを抽出するのは、EO結晶で反射した光の偏光成分を抽出する。光学軸（レーザの照射軸）に垂直に切り出したEO結晶に、直線偏光の入射すると、電場に比例（直線比例または2次曲線比例）した複屈折が生じる。そこでその複屈折成分を抽出する。

【0024】電気光学素子20は、たとえば図2に示すような構造を有している。電気光学素子20は、電気光

学結晶部20Aと、ITO20B及びミラー部20Cを積層して構成したものである。このITO20Bには、フリンジ電界20Vが供給されることになる。電気光学結晶（E-O結晶）部20Aは、電気光学効果材料に電圧を印可することにより、光の偏光や位相を制御できるデバイスとしてEO素子（EO結晶）がある。材料としてはたとえば、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、PLZT、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 等がある。ただし、これらの材料には、それぞれ違った特性がありますが、温度によりその特性が大きく変化する特徴を持っている。この温度依存性を補うのも、本発明の1つの特徴である。ミラー部20Cは、入射されてくるレーザ光の直線偏光成分L2を反射して、図1の対物レンズ48B、48Aを通して偏光ビームスプリッタ16のハーフミラー16Hに戻り光として戻す機能を有している。

【0025】このような構造の電気光学素子20は、プリント基板60に搭載されている電子部品62に近接して非接触で配置するかあるいは直接電子部品62に接触して配置することができる。プリント基板60は、対象物であり、プリント基板60の電気配線部63に対しては、電子部品62の電気接続部64が電気的に接続して固定されるようになっている。この電気光学素子20は、上述したITO20Bに対して電界を印加することにより電気光学結晶部20A内に生ずる複屈折を利用するものである。1次効果（Faraday効果）電界に比例する複屈折や、2次効果（Kerr効果）電界の2乗に比例する複屈折効果等がある。なお上述した複屈折とは、光の偏光方向によって屈折率が異なる現象を言う。

【0026】電気光学素子20における動作原理あるいは測定原理は、たとえば次の通りである。

（1）図2のプリント基板60の電気配線部63に与えられる電圧（電流）強度に比例したフリンジ電界20Vが発生する。

（2）そのフリンジ電界20Vが、図2に示す電気光学結晶部20Aの表面に形成されたITO（Indium Tin Oxide）20Bを接地することで、電気光学結晶部20Aの表面にそのフリンジ電界20Vを誘導する。

（3）電気光学結晶部20A内にはほぼ垂直に電気力線が通過する。すなわち縦型電場の電気光学効果を利用する。

（4）この電界強度に比例して、電気光学素子20の電気光学結晶部20Aにおける光の屈折率が変化する。

【0027】図2に示すレーザ光の直線偏光成分L2が入射されミラー部20Cで反射することにより、この電界強度に比例した光の屈折率の変化を直線偏光成分L2に与えることができる。このようにしてレーザ光の直線偏光成分L2が電気光学素子20における光の屈折率の変化を受けると、図4（C）に示す位相変化光を含む回



転光L3を形成する。この回転光L3は、位相変化光LPと直線偏光成分L2から構成されている。

【0028】次に、この回転光L3は図1のハーフミラー16Hで反射された後に $\lambda/4$ 波長板(検光子)18を通る。図1の $\lambda/4$ 波長板18を通ることにより、位相変化光LPのみが図4(D)に示すように取り出すことができる。電気光学素子20は、いわゆる光磁気センサであり、この光磁気センサとは、磁界の変化(電流が流れている部分に発生する光)をFaraday効果により光量の変化に変化する能力を有している。図1に戻ると、光学スタンド22の上には、プリント基板60が配置されている。このプリント基板60の上には1つまたは複数の電子部品62が配置されている。電子部品62のバンプのような電気接続部64は、プリント基板60の電気配線部63に電氣的に接続される。

【0029】図1の制御部30は、上述した各コントローラ24D、34の他に、画像処理部26と、接続部データベース70、変調周波数発振器72、制御用のCPU(中央処理装置:コンピュータ)74等を備えている。制御用のCPU74は、ステージコントローラ24D、ミラーコントローラ34や変調機能付きLD駆動回路32と画像処理部26の高速画像処理装置26Aの動作を統合的にコントロールする。接続部データベース70は、制御用のCPU74とミラーコントローラ34、変調機能付きLD駆動回路32、高速画像処理装置26Aに対して各種制御データ等を送ることができる。

【0030】変調周波数発振器72は、変調機能付きLD駆動回路32に対して変調周波数を供給して、レーザダイオード12を発振させる。変調周波数発振器72は画像処理部26の高速ロックインアンプ50に対しても変調周波数を供給する。これによりレーザ光Lの発生と受信した信号SSの同期を図っている。高速ロックインアンプ50に入った信号SSは、A/D変換部54でアナログ/デジタル変換された後に、必要に応じてメモリ54Aで記憶されるとともに、高速画像処理装置26Aに送られる。高速画像処理装置26Aは、接続部データベース70を介してモニタ71に対して、後で説明するような参照用画像と、実際に測定した画像を比較して表示することができる。

【0031】次に、図1、図5～図8と、図9のフロー図を参照して、プリント基板60の電気配線部と、電子部品62のバンプのような電気接続部64の電氣的接続を、確認試験する方法について説明する。図5と図6のように電子部品62としては、たとえばいわゆるベアチップが用意されており、電子部品62の裏面側にはバンプと呼ばれる電気接続部64が形成されている。プリント基板60の電気配線部63(アルミニウム等の基板パターン)と電気接続部64の電氣的な接続が確実に行えるかどうかを検査する必要がある。そこで、図9のステップSP1において、図1に示す鏡筒36がZ軸ステ

ジ24による位置調整により、Z方向に移動される。これにより電気光学素子20が電子部品62に接触して位置決めされるかあるいは離れて非接触状態で位置決めされる。

【0032】図9のステップSP2では、図1の制御部30の変調周波数発振器72が作動して、変調機能付きLD駆動回路32がレーザダイオード12を駆動する。これによりレーザ光Lがレーザダイオード12から射出してミラー12Bで反射してガルバノミラー14に達する。ガルバノミラー14は、ミラーコントローラ34により揺動されることから、レーザ光Lは鏡筒36内を2次元走査されながら、光アイソレータ40を通過して、偏光ビームスプリッタ16に達する。図9のステップSP3では、この偏光子である偏光ビームスプリッタ16が、図4(A)と図4(B)に示すように1つのたとえば縦偏光成分LE1のみを通過させることで、直線偏光成分L2を形成する。

【0033】図9のステップSP4では、1つの偏光成分である直線偏光成分L2が、図1の対物レンズ48A、48Bにより集束されて図2の電気光学素子20に達する。この電気光学素子20においては、直線偏光成分L2がITO20Bと電気光学結晶部20Aを通りミラー部20Cで反射する。一方、図5と図6に示すように、プリント基板60の基板パターンである電気配線部63に対しては、デジタル信号である“1”と、“0”の電圧を供給する。これにより、電気配線部63の電圧(電流)の強度に比例したフリンジ電界20Vが発生し、このフリンジ電界20Vが、図2に示す電気光学素子20のITO20Bを接地することで電気光学結晶部20Aの上面に誘導される。この状態で電気光学結晶部20Aにほぼ垂直に電気力線が通過して、縦型電場の電気光学効果(E-O効果)が生じる。この電界強度に比例して、電気光学素子20の光の屈折率が変化する。従って、直線偏光成分L2は、この光の屈折率の変化に伴い、図4(B)と(C)に示すように、直線偏光成分L2に対して位相変化光LPを付加する。これにより回転光L3が形成される。図9のステップSP5では、この回転光L3は、対物レンズ48B、48Aを通り、ハーフミラー16Hで反射された後に、 $\lambda/4$ 波長板(検光子)18を通過する。これにより、検光子18は位相変化光LPのみを図4(D)に示すように抽出される。

【0034】図9のステップSP6においては、図4(D)の位相変化光LPがリレーレンズ42により集光されてフォトダイオード44に受光される。フォトダイオード44はこの位相変化光LPを電気信号に変換して、光アンプ回路46で増幅することで、信号SSを作る。この信号SSは、高速ロックインアンプ50に入り、高速ロックインアンプ50からA/D変換部においてアナログ/デジタル変換されるとともに、必要に応じてメモリ54Aに記憶される。そして、図9のステップ

SP7において、デジタル値となった信号SDは、高速画像処理装置26Aにより2次元濃淡の画像処理が行なわれてモニタ71Aに表示される。

【0035】図9のステップSP8では、図7は、図5においてプリント基板60の電気配線部63に対してデジタル信号“1”を供給した時のE-Oスキャン画像と、信号“0”の時のE-Oスキャン画像の一例を示している。図7(A)のスキャン画像から(B)のスキャン画像を差し引くと、差画像が図7(C)のように得られる。図7(A)のスキャン画像では、プリント基板60の電気配線部63と電子部品62の電気接続部64等とともに、信号ノイズSNが表示されている。そして図7(B)のスキャン画像においては、信号が“0”であるので、信号ノイズSNのみが表示されている。このことから図7(A)のスキャン画像から図7(B)のスキャン画像を差し引くことで、電界ノイズや信号ノイズ等の除去が行われた差画像(実際の測定画像)を得ることができる。

【0036】このような処理は図1の高速画像処理装置26Aが行うが、さらに高速画像処理装置26Aは、図8に示すように、正常状態のティーチングデータ(参照画像)TDと測定データ(差画像)を比較して、電気接続部64と電気配線部63の電氣的接続がオープン状態であるかクローズ状態かを判断することができる。図8(A)のティーチングデータ(参照画像)TDは、あらかじめ正常状態の接続パターンを高速画像処理装置26Aに登録してあるものである。これに対して、測定データ(差画像)RDは、たとえば電気接続部64と電気配線部63が上手く位置決めされず電氣的に接続されていない異常状態の例を示している。このようなティーチングデータTDと測定データRDの比較を高速画像処理装置26Aが行うことにより、電気接続部64と電気配線部63の電気接続確認試験を行うことができる。レーザ光Lは図1に示すようにガルバノミラー14により2次元走査されているので、電気光学素子20に対しても2次元走査されることになる。従って、図5に示すようなピッチPで配置された電気配線部63と電気接続部64の複数の組を一度に接続検査することができる。この場合のレーザ光Lのスキャン方向は、たとえば電気接続部64の配列方向であり、レーザ光Lが複数回位置を変えてスキャンされることで、2次元の画像を形成する。

【0037】本発明の実施の形態では、電気光学結晶(E-O結晶)を、被測定対象部品の上に接触または近接させ、基板ラインから印可される電圧によって変化する結晶の偏光状態をレーザ光を2次元的に走査して計測し、一度に複数の実装接続部のオープン/ショートの状態を瞬時に計測する。電気光学結晶(E-O結晶)を、被測定対象部品の上に接触または近接させ、基板ラインから印可される電圧によって変化する結晶の偏光状態をレーザ光を2次元的に走査して計測し、一度に複数の実装

接続部のオープン/ショートの状態を瞬時に計測する。非接触・非破壊により、プリント基板の実装接続のオープン/ショートが測定できる。特に、CSP(Chip Size Package)、BGA(Ball Grid Array)、F/Cチップ(ベアチップが反転している実装)等の接続部分が光学的外観検査装置で測定できない高密度実装に対応できます。

【0038】E-O結晶にレーザ光を2次元に走査し、その反射光(印可電圧の違いをE-O結晶の光偏光角度に置き換えたアナログ量)を高速にA/D変換してデジタル化し、且つその信号をレーザの走査に同期して2次元濃淡画像データにする。被測定対象(接続部が目視では観察できない)の位置を高精度に位置決めすることは、非常に困難であるため、2次元画像データに置き換えた信号から、非測定実装接続部を自動的に位置決めする。E-O結晶は、温度特性・電界の強弱に対する追従性(リニアリティ)が非常に悪い為、実際の測定装置では使用する時の制約条件になっている。また、非対象デバイスからE-O結晶までに高さで変換される信号レベルの強弱が大きく変化する。また、非対象デバイスが搭載されているプリント基板は、リフローを通すと、基板が大きく反る。

【0039】本発明の実施の形態では、それらの問題点を解決するために、好ましくは2次元画像に変換した信号を正規化し、もしくは正規化相関によるマッチング信号処理をする。

#### 画像処理：正規化相関によるパターンマッチング技術

画像処理のデータ量は、1ビット(白黒2階調)と8ビット(256濃淡階調)の2種類が一般的に使用されている。正規化相関処理する時には、8ビット・256階調を使用する。この技術は、CCD(電荷結合素子)を使用する工業用画像処理領域の位置合わせ処理に一般的に使用されている。特に、ロボットVisionの位置合わせ、実装機器の位置合わせ等の多くが使用されている。パターンマッチング処理とは、前もって、目的(位置合わせ)とする所の対象領域(一般的に矩形)の画像を画像メモリに登録し、次の位置検索の対象となる画像をCCDカメラ等の入力デバイスから取り込み、その取り込んだ画像から登録していた対象画像がどこにあるか画像上の位置を計算する処理をパターンマッチングという。この処理の結果としては、

(1) 検索した位置座標(X, Y)

(2) 取り込み画像と登録画像の一致度(相関係数)の2つが得る。正規化相関とは、登録画像の明るさと、検査対象画像の明るさが異なる時に有効な処理である。両方の明るさを最適値に補正してからパターンマッチングする事を正規化相関といっている。本発明で利用する画像処理では、正規化相関によるパターンマッチングを実施して、検査対象(接続部)の位置を計算する。次に、その位置での一致度(相関係数)の最高値を計算す

る。その計数が正常状態のシキイ値以上であれば、接続状態を正常とする。

【0040】1回のレーザ走査の測定範囲は、約□1mm～約□10mmあります。この測定範囲は、プリント基板のパターンのL/Sパターン分解能、CSP・BGA・F/Cチップの電極ピッチによって決定される。本発明の実施の形態のシステムは、1つの中に非測定範囲が異なったE-Oプローブを幾つか搭載することで、プローブを交換することなく、効率の良い処理ができます。1回のレーザ走査の測定範囲は、約□1mm～約□10mmある。この測定範囲は、プリント基板のパターンのL/Sパターン分解能、CSP・BGA・F/Cチップの電極ピッチによって決定される。その決定された測定範囲（2次元画像データ）の中には、多くの実装接続部があり、その対象となる全てを1回のレーザ走査にて試験できる。

【0041】また時には、非対象となるデバイスのサイズと測定範囲が一致する場合には、一回の処理で、1個のデバイスを測定できる。非対象のデバイスの実装接続部の位置は、プリント基板のネットリスト等のCAD

(Computer Aided design) データから変換することなく、1回の簡単なティーチング処理から求める。非対象の接続部に電氣的に“1 (Hi: 電圧レベルが高い)”と“0” (Lo: 電圧が低い) の信号を与え、その両者の差を計算し、その結果をOK/NGのティーチングデータを実装部の位置情報にする。2次元画像に置き換えた信号から、接続部のOK/NGの判断は、非測定対象の実装接続部に、電氣的に“1

(Hi: 電圧レベルが高い)”と“0” (Lo: 電圧が低い) の信号を与え、その両者の差を計算し、その結果からOK/NGの判断をする。判断は、前もって登録してあるOK/NGのティーチングデータを詳細に比較・検証して、自動的に行う。

【0042】ところで本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。上述した実施の形態では、対象物としてプリント基板を用い、電子部品としてはベアチップのようなものを採用している。しかしこれに限らず他の種類の対象物と電子部品を電氣的に接続する場合においても本発明の接続検査試験装置を適用することができる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電気接続確認用のテストパッドを対象物に設ける必要がなく、非常に高速で多くの電氣的接続部分の電氣的接続確認検査を安価に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気接続部の接続確認試験装置の好ましい実施の形態を示す図。

【図2】電気光学素子の一例とプリント基板及び電子部品を示す図。

【図3】偏光子、電気光学素子及び検光子の一例を示す斜視図。

【図4】偏光子、電気光学素子、検光子における光の変化例を示す図。

【図5】測定対象であるプリント基板と電子部品の配置例を示す図。

【図6】プリント基板と電子部品の配置例を示す斜視図。

【図7】プリント基板と電子部品における接続確認測定例を示す図。

【図8】参照画像と実際に得られた測定データ（差画像）の一例を示す図。

【図9】本発明における電気接続部の接続確認試験方法を示すフロー図。

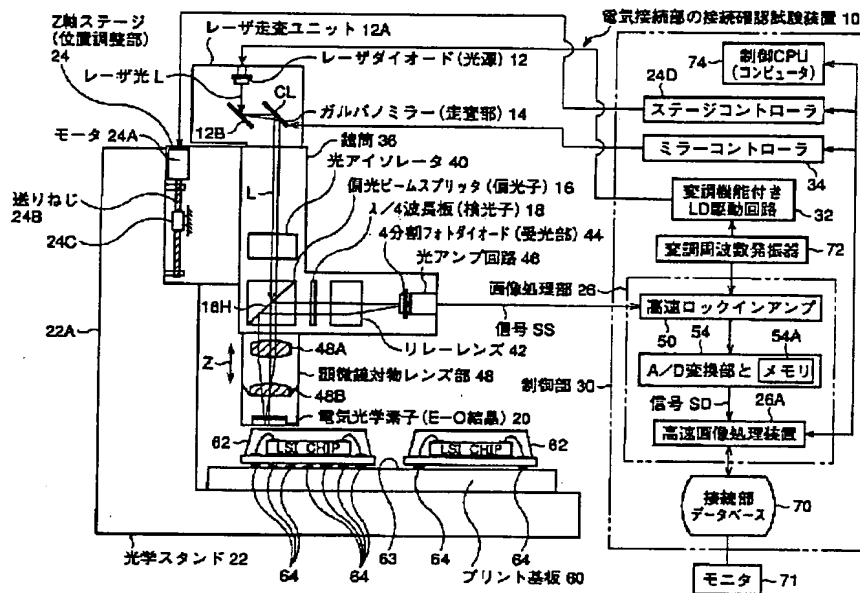
【図10】従来用いられている電気光学素子とプリント基板と電子部品を示す図。

【図11】従来用いられている電気光学素子とプリント基板と電子部品を示す斜視図。

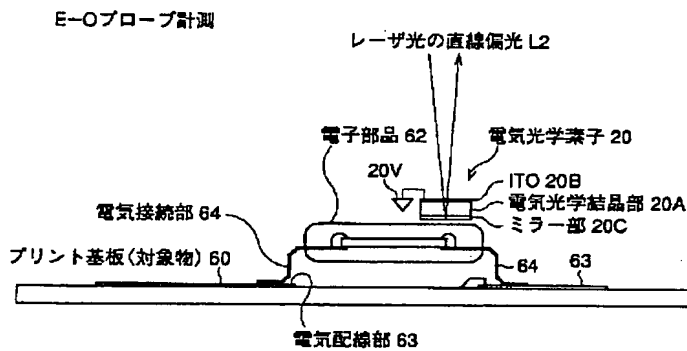
#### 【符号の説明】

12・・・レーザダイオード（光源）、14・・・ガルバノミラー（走査部）、16・・・偏光ビームスプリッタ（偏光子）、18・・・λ/4波長板（検光子）、20・・・電気光学素子（E-O結晶）、26・・・画像処理部、30・・・制御部、44・・・フォトダイオード（受光部）、60・・・プリント基板（対象物）、62・・・電子部品、63・・・プリント基板の電気配線部、64・・・電子部品の電気接続部、L・・・レーザ光、LP・・・位相変化光（位相変化分）、L2・・・偏光成分

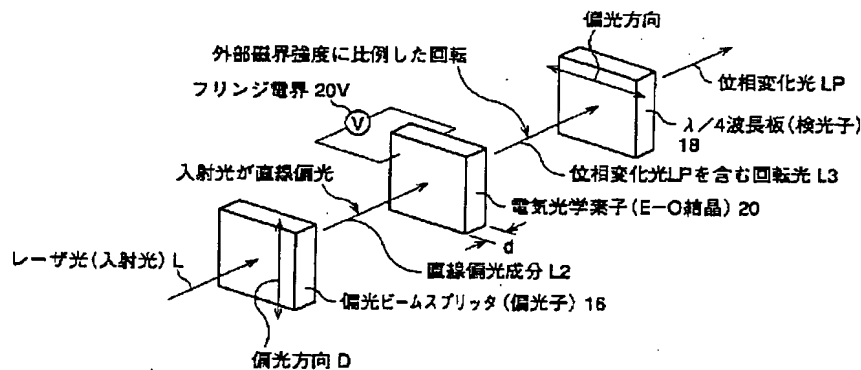
【図 1】



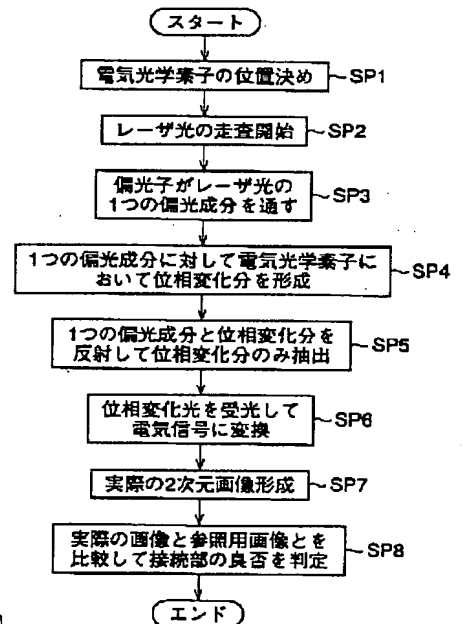
【図 2】



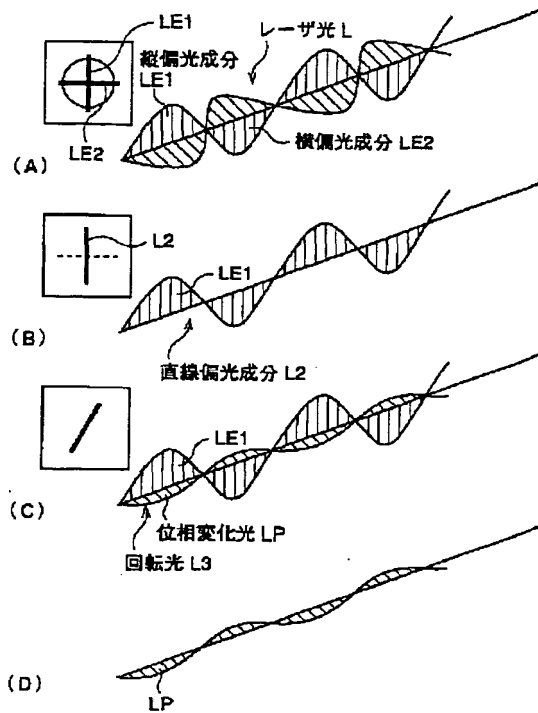
【図 3】



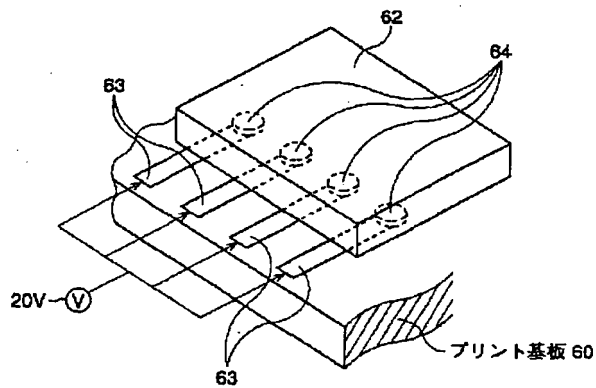
【図 9】



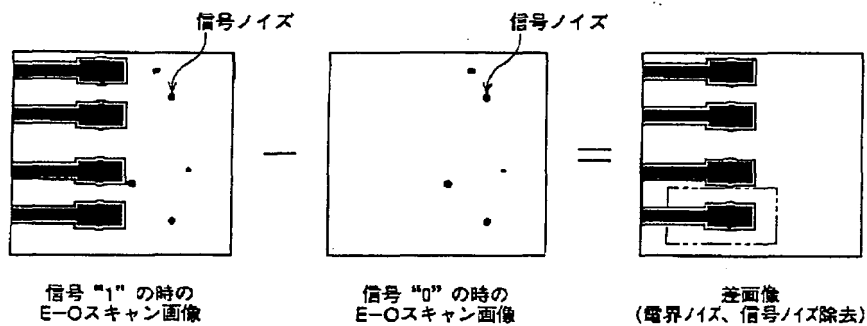
【図 4】



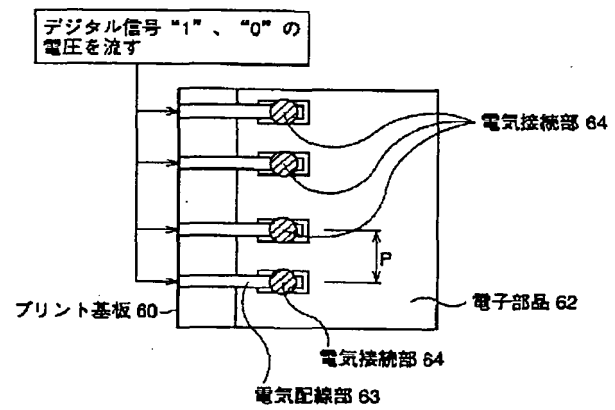
【図 6】



【図 7】



【図 5】



【図 10】

